

УДК 621.436.05

В.Н. Никишин, К.Н. Светличный

Камская государственная инженерно-экономическая академия – ИНЭКА,

г. Набережные Челны

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СИЛИКОНОВОГО ДЕМПФЕРА КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ПО ПАРАМЕТРАМ ВИБРАЦИИ

Оценку эффективности демпферов крутильных колебаний коленчатого вала дизеля можно проводить несколькими способами: непосредственно тензометрированием коленчатого вала и торсиографированием носка коленчатого вала. Первый способ применяется в исключительных случаях, так как требует сложнейшей процедуры препарирования коленчатого вала тензодатчиками и организации токосъёма электрического сигнала. При торсиографировании несколько упрощается процедура. Но тоже остаётся довольно сложной и, как правило, требует переделки конструкции со стороны носка коленчатого вала для орга-

низации установки торсиографа и съёма электрического сигнала, что приводит к искажениям действительной крутильной системы коленчатого вала и соответственно результатам измерений. Исследованиями авторов установлена взаимосвязь между вибрациями на стяжном болте первой коренной опоры блока цилиндров и крутильными колебаниями коленчатого вала, что показано на рис. 1. Анализом выявлено, что уровень спектральной составляющей 250 Гц лучше коррелируется с углом закрутки, чем общий уровень вибраций. Таким образом, параметры вибрации на стяжном болте первой коренной опоры качественно характеризуют

крутильные колебания коленчатого вала. Оценка крутильной системы с помощью замеров вибраций не изменяет действительную крутильную систему коленчатого вала. Данная методика использовалась также и при оценке эффективности демпферов крутильных колебаний.

В процессе производства и доводки конструкции жидкостных демпферов крутильных колебаний возникает необходимость оценки эффективности и работоспособности демпферов. Такие испытания проводились на автомобильном дизеле V8ЧН 12/12 мощностью 191 кВт. Испытанию были подвергнуты более 20 силиконовых демпферов.

На рис. 2 представлены результаты измерений вибраций. Анализом выявлено, что при работе дизеля без демпфера крутильных колебаний отмечаются резонансные зоны (кривые 1 и 3), наиболее важный резонанс из них наблюдается при 1850 мин^{-1} частоты вращения коленчатого вала дизеля. Данный резонанс находится в рабочем диапазоне частот вращения коленчатого вала дизеля. Кривые 2 и 4 соответствуют работе дизеля с демпферами крутильных колебаний. Эти кривые построены по осреднённым данным испытаний более 20 демпферов. Откуда следует, что все демпферы эффективны и работоспособны.

При работе дизеля с некоторыми демпферами на спектральной составляющей 250 Гц отмечаются пики вибраций при 1600 и 2500 мин^{-1} частоты вращения коленчатого вала (рис. 3, кривая 4). Такие демпферы подлежали разборке. Было выявлено, что на маховике демпфера на радиусе заливных пробок имеются задиры в виде кольцевой полосы шириной 12 мм.

Из рис. 2 (кривые 1 и 2) следует, что в диапазоне $2400\text{--}2800 \text{ мин}^{-1}$

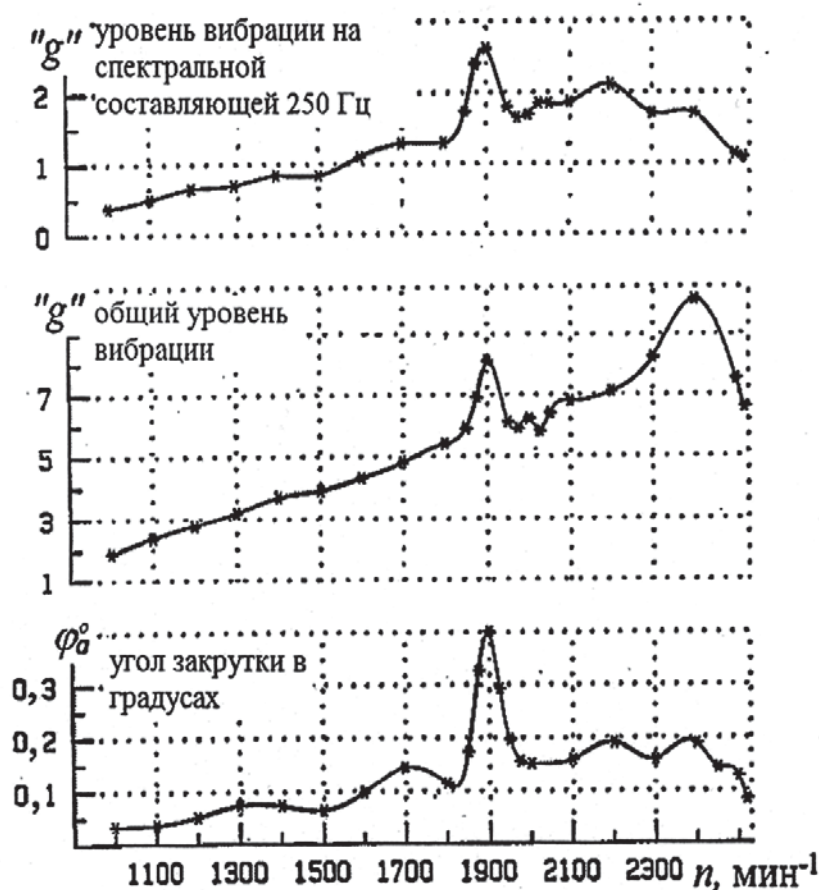


Рис. 1. Взаимосвязь угла закрутки носка коленчатого вала и вибраций на стяжном болте блока цилиндров

частот вращения коленчатого вала вибрация на спектральной составляющей 250 Гц выше, чем при работе двигателя без демпфера. Это можно объяснить тем, что в указанном диапазоне частот вращения коленчатого вала под действием центробежных сил выбирается радиальный зазор между маховиком и корпусом или между маховиком и ступицей корпуса демпфера. Маховик снижает подвижность перемещений относительно корпуса и совершает вместе с ним колебания, не выполняя своих функций. Поле разброса кривой 2 объясняется разбросом величины зазоров между маховиком и корпусом демпфера. По данным торсиографирования известно, что при частоте вращения 1850 мин^{-1} крутильная система коленчатого вала резонирует с 8-моторной гармоникой, а при 2700 мин^{-1} – соответственно с 5,5-гармоникой. Из чего следует, что демпфер на этих частотах вращения коленчатого вала не эффективен. При данной частоте вращения маховик работает как «масса» совместно с корпусом демпфера.

Для выяснения этого вопроса были проведены замеры вибраций на частоте вращения коленчатого вала, т.е. на спектральной составляющей $n/60$. Данные измерений представлены на рис. 3 – кривые 1 и 2. Анализом выявлено, что при 1850 мин^{-1} частоты вращения коленчатого вала при работе дизеля без демпфера наблюдается пик вибрации, который при установке демпфера как бы устраняется. Но при этом кривые, соответствующие полю разброса, по данным более 20 демпферов находятся выше кривой 1. Это явление можно объяснить недостаточно эффективной балансировкой маховика демпфера и его смещением (децентровкой) в пределах зазора. При вращении коленчатого вала ориентация маховика относительно ступицы может изменяться. Низкий уровень вибрации на спектральной составляющей $n/60$ обусловлен такой фиксацией маховика, при которой дисбаланс демпфера в целом минимален.

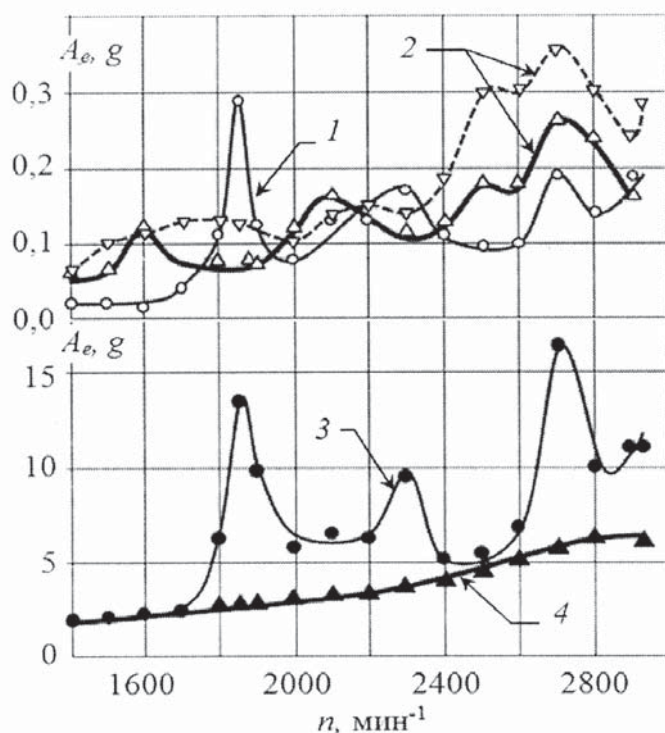


Рис. 2. Общий уровень и 250 Гц спектральная составляющая вибрации на 1-й коренной опоре блока цилиндров:
1, 3 – без демпфера крутильных колебаний, соответственно 250 Гц составляющая и общий уровень вибраций; 2, 4 – с демпферами, соответственно 250 Гц составляющая и общий уровень вибраций

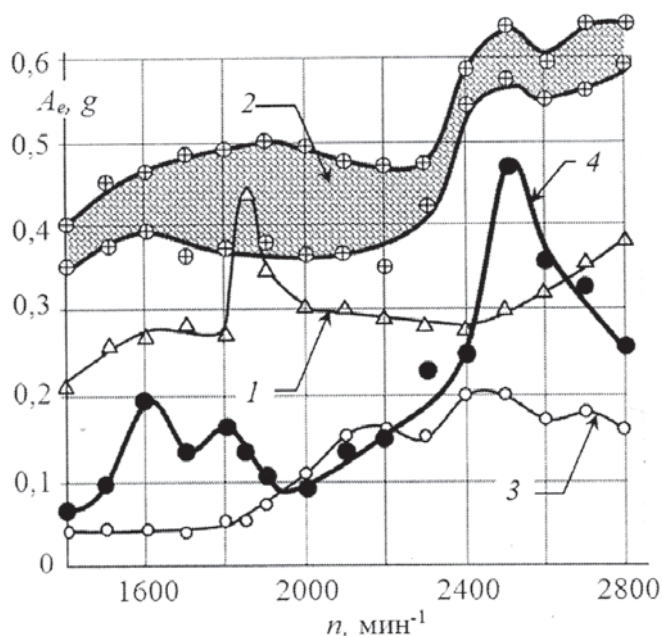


Рис. 3. Спектральная составляющая $n/60$ вибрации на 1-й коренной опоре блока цилиндров с исправными и неисправными демпферами:
1, 2 – спектральная составляющая $n/60$ вибрации, соответственно без демпфера и с исправными демпферами крутильных колебаний; 3 – спектральная составляющая $n/60$ вибрации с неисправным демпфером крутильных колебаний; 4 – 250 Гц спектральная составляющая вибрации с неисправным демпфером крутильных колебаний